ine Medical Library

STANFORD UNIVERSITY
JUL
6
1938
LIBRARY

Hermann Scherer

Über das Zusammenspiel von Kartoffeleiweiß und Gelatine im Betriebsstoffwechsel

Inaugural-Dissertation

Berlin 1937

I 39

Aus den seminaristischen Übungen
für pathologische Physiologie an der Universität Berlin
Leitung: Professor Dr. Adolf Bickel

Über das Zusammenspiel von Kartoffeleiweiß und Gelatine im Betriebsstoffwechsel

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der
Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin

vorgelegt von

Hermann Scherer
aus Diefflen (Saar)

Tag der Promotion: 23. 4. 1937

Buchdruckerei Heinrich Winkelhagen, Goslar, Fischemäkerstraße 14

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Siebeck

Referent: Prof. Dr. Bickel

Korreferent: Prof. Dr. v. Bergmann

In einer kürzlich aus dem hiesigen Laboratorium erschienenen Arbeit von Walter Frank [1]) ist der Einfluß einer gemischten Nahrung von bestimmtem einheitlichem Eiweißgehalt auf den Ablauf des intermediären Stoffwechsels untersucht worden, wenn das Nahrungseiweiß entweder Casein oder Gelatine ist. Es handelt sich dabei, abgesehen von der Ermittlung des Verhaltens der N-Bilanz, besonders um die Feststellung der Lage der Harnquotienten C:N und Vacat-O:N im Mittel längerer auf einander folgender Fütterungsperioden.

Die Beziehungen der Lage dieser Harnquotienten zu den Oxydationsvorgängen im Betriebsstoffwechsel sind schon häufig dargestellt worden, so daß es sich erübrigt, an dieser Stelle auf diese Zusammenhänge erneut einzugehen, zumal alles Wissenswerte über die Methodik sich in einer vor Jahresfrist erschienenen Arbeit von A. Bickel [2]) zusammengefaßt findet. Ich will hier nur noch einmal darauf hinweisen, daß, wenn man, wie ich es tat, zu den Versuchen Tiere jenseits des ausgesprochenen Wachstumsalters nimmt, die Vorgänge im Baustoffwechsel sowieso schon stark hinter denjenigen im Betriebsstoffwechsel zurücktreten. Und daß bei der bekannten zeitlichen und dinglichen Abhängigkeit der Harnquotientenlage von der Qualität des Nahrungseiweißes auch aus diesem Grunde es offenbar wird, daß die genannte Harnquotientenlage der Ausdruck vornehmlich von Vorgängen im Betriebsstoffwechsel sein muß und zwar im Sinne eines Querschnitts, der durch den gesamten Stoffwechsel gelegt ist. Daß die Ebene dieses Querschnitts eine andere ist, als diejenige des Grundumsatzes, ist klar.

Unzweifelhaft läßt uns also das Studium der Harnquotientenlage einen Einblick in eine bestimmte Phase des Gesamtstoffwechsels, dabei aber vornehmlich des Betriebsstoffwechsels tun.

Nun fand W. Frank, daß dann, wenn in einer bestimmt gemischten Nahrung, in der Casein das Nahrungseiweiß ist, dieses Casein ceteris paribus durch Gelatine in N-aequimolecularer Menge ersetzt ist, die Harnquotientenlage zunächst ungefähr dieselbe ist, wie bei Casein. Bei länger dauernder Gelatineernährung aber sinkt die Harnquotientenlage deutlich unter das Niveau der dem Casein zugehörigen Quotientenlage. Frank stellte weiter fest, daß bei seinen Versuchen das Körpergewicht der Tiere unter dem Eindruck einer länger dauernden Gelatine-Ernährung sank. Daß die bekannte Neigung der N-Bilanz in der Richtung zur Negativität, wie sie bei kurzfristigen Gelatineversuchen beobachtet wurde, bei länger dauernder Gelatineernährung wieder verschwindet, sei beiläufig erwähnt.

Als bekannt kann weiter vorausgesetzt werden, was übrigens oben bereits angedeutet wurde, daß unterschiedliche Eiweiße, wenn sie jeweils das alleinige Nahrungseiweiß darstellen, im allgemeinen in bestimmten Gruppen eine gleiche Lage der Harnquotienten bedingen, wobei es Gruppen gibt, die eine niedrige, und solche, die eine hohe Quotientenlage hervorrufen. Schließlich reihen sich zwischen diese beiden Extreme Gruppen anderer Eiweiße ein, die allmählich von Eiweißen mit niedrigen, zu solchen mit den höchsten Quotientenlagen hinführen. Bekannt ist auch, daß die tierischen Eiweiße Casein, Fleischeiweiß, Eiereiweiß und Gelatine, wie wir eben hörten, nebst einigen wenigen pflanzlichen Eiweißen, z. B. Edestin und dem Eiweiß aus dem Mehlkern des Weizenkorns, nämlich die Mischung Gliadin und Glutenin, eine annähernd gleichmäßig niedrige Harnquotientenlage bedingen; während z. B. das Eiweiß in der

Roggen- und Weizenkleie oder das Kartoffel- und Hafereiweiß eine hohe Harnquotientenlage unterhalten.

Wie dann durch Mischungen zweier Eiweiße mit verschiedener Harnquotientenlage sich diese letzteren allmählich ändern und wie bei solchen Mischungen auch Wirkungen im Verlauf der Änderung der Harnquotienlage zum Ausdruck kommen, die man als potenzierte Wirkung bezeichnen muß, ist an Hand der ersten diesbezüglichen Versuche in der Arbeit von A. Bickel [3]) dargestellt worden. Seit dem Erscheinen dieser Arbeit sind derartige Mischungsversuche im hiesigen Laboratorium in größerer Zahl angestellt worden und haben Bestätigung und Erweiterung der ersten experimentellen Erfahrungen gebracht.

Ich habe mich nun der Aufgabe unterzogen, das Zusammenspiel der Verdauungsprodukte des Kartoffeleiweißes und der Gelatine im Betriebsstoffwechsel zu untersuchen durch Feststellung der Mittelwerte der Harquotientenlage in längeren Versuchsperioden. Diese Untersuchung war deshalb verlockend, weil W. Frank gefunden hatte, daß länger dauernde Ernährung mit Gelatine eine stärkere und fortschreitende Senkung der Harnquotienten unter ihren Caseinwert macht. Dann war zu erwarten, daß bei Vorfütterung mit Kartoffeleiweiß eine nachfolgende Mischung dieses Eiweißes mit Gelatine, in der also das Kartoffeleiweiß ein Eiweiß mit hoher Harnquotientenlage darstellte, die die Harnquotientenlage senkende Wirkung des tierischen Eiweißes, nämlich der Gelatine, besonders deutlich zum Ausdruck brächte. Man konnte eine drastische Wirkung der Gelatine erwarten, in bezug auf die energetische Ausnützung des gesamten im Stoffwechsel zum Umsatz gelangenden Materials und damit auch eine derartig vollständige Ausnützung der im Gelatine — und Kartoffeleiweiß — molekül gestapelten Kräfte, wie es kaum bei einem anderen Eiweiß mit niedriger Harnquotientenlage vorkommt. In diesem Zusammenhang sei noch einmal darauf hingewiesen, daß wir in der Harnquotientenlage Vorgänge

am gesamten Materialumsatz beobachten und nicht etwa Vorgänge, die sich ausschließlich auf den Eiweißstoffwechsel erstrecken. Daß aber bei diesen Vorgängen, die wir bei diesen Untersuchungen an die resorbierten Eiweißderivate geknüpft sehen, auch diese Derivate selbst dem Umsatz anheimfallen, ist nicht zweifelhaft.

Das Ergebnis meiner Versuche ist eindeutig. In der ersten Versuchswoche, in der Kartoffeleiweiß der alleinige Träger des Nahrungseiweißes war, lagen beide Harnquotienten hoch. Als dann mit Beginn der zweiten Versuchsperiode eine Eiweißmischung von einem Drittel Kartoffeleiweiß und zwei Dritteln Gelatine vorgenommen wurde, sanken beide Harnquotienten stark, und diese Senkung setzte sich auch durch eine dritte Periode mit der gleichen Eiweißmischung weiter fort. Der Grund für diese Senkung war eine Abnahme der absoluten Werte für C und Vacat-O und eine Zunahme der absoluten Werte für N. Das heißt, also auf der ganzen Linie kam die Steigerung der Oxydation zum Ausdruck. Der Wert der in der dritten Versuchsperiode, d. h. in der zweiten Fütterungsperiode mit der Mischnahrung erzielt wurde, lag bei C:N erheblich, bei Vacat-O:N etwas weniger tief unter dem Wert, der eingenommen wurde, als in einer letzten vierten Versuchsperiode Gelatine zum alleinigen Nahrungseiweiß gemacht wurde. Daß der Harnquotientenwert für die Gelatine sehr beträchtlich unter dem für das Kartoffeleiweiß lag, ist selbstverständlich.

Bei meinem Versuch hat nicht nur die Gelatinezumischung zum Kartoffeleiweiß unter Wahrung der ursprünglichen gesamten Nahrungs-N-Menge zu einer kontinuierlich langsam fortschreitenden Senkung der Harnquotienten geführt, sondern es sind schon im Verlauf der ersten Woche der Fütterung der Eiweißmischnahrung und erst recht im Verlauf der zweiten Woche der Fütterung mit derselben, Quotientensenkungen erzielt worden, die erheblich unter den theoretisch berechneten Mittelwerten

liegen. Wir sehen also, die Gelatine als alleiniges Nahrungseiweiß führt zu einer fortschreitenden Verbesserung der Durchoxydierung des Materials im intermediären Stoffwechsel. Stellt sie mit einem anderen Eiweiß, das dieser Durchoxydierung an sich hindernd im Wege steht, eine bestimmte Mischung dar, so reißt sie auch hier die Führung an sich und bewirkt eine vollständigere energetische Ausnützung des im Stoffwechsel zur Oxydation gelangenden Materials von erstaunlichem Ausmaß.

Die N-Bilanz blieb in den beiden ersten Versuchsperioden gleich stark positiv; in der zweiten Woche der Mischnahrung aber nahm ihre Positivität etwas ab, um in der Schlußperiode mit ausschließlicher Gelatinegabe als Nahrungseiweiß einen stärker positiven Wert einzunehmen, als in allen Perioden zuvor.

Experimenteller Teil

Die Versuche wurden an 10 weißen, männlichen Ratten angestellt; im 24 stündigen Sammelharn der Tiere wurden täglich Stickstoff nach der Halbmikromethode von Kjeldahl, Kohlenstoff nach der Mikromethode von Nicloux-Osuka [4]) und Vacat-Sauerstoff nach der Mikromethode von Müller-Kanitz [5]) bestimmt. Der Kot wurde periodenweise gesammelt und bei 100° C getrocknet. Im Kot wurde ebenfalls der N-Gehalt ermittelt. Der Versuch zerfiel in 4 Perioden von je 7 tägiger Dauer. Die Analysen wurden nur an den 5 letzten Tagen jeder Periode ausgeführt, während die Tiere aber bereits an den zwei ersten Tagen der einzelnen Perioden das jeweils zuständige Futter erhielten, damit sich die Stoffwechsellage auf die neuen Bedingungen einstellen konnte. Die für die einzelnen Perioden zuständigen Nahrungsmischungen ergeben sich aus der Futtertabelle. Die tägliche Futterration wurde immer quantitativ verzehrt.

Futter-Tabelle

Es enthalten:

1 g Casein	=	0,1183 g N
1 g Kartoffelflocken	=	0,01319 g N
1 g Gelatine	=	0,1387 g N
1 g Stärke	=	0,0008 g N

Periode 1

Kartoffelflocken =	90,0 g
Lebertran =	20,0 ccm
Salzgemisch =	2,0 g
Zitronensaft =	10,0 ccm
Wasser =	600,0 ccm

ca. 54,0 Kalorien täglich pro Tier

Periode 2

1/3 Kartoffelflocken =	30,0 g
2/3 Gelatine =	5,7 g
Lebertran =	20,0 ccm
Stärke =	54,0 g
Salzgemisch =	2,0 g
Zitronensaft =	10,0 ccm
Wasser =	600,0 ccm

ca. 54,0 Kalorien täglich pro Tier

Periode 3 = Futter der 2. Periode

Periode 4

Gelatine =	8,56 g
Lebertran =	20,00 ccm
Zucker =	25,00 g
Stärke =	56,50 g
Salzgemisch =	2,00 g
Zitronensaft =	10,00 ccm
Wasser =	600,00 ccm

ca. 54,0 Kalorien täglich pro Tier

Die Zubereitung der Nahrung erfolgte derart, daß alle Nahrungsbestandteile bis auf die Vitaminträger Lebertran und frischer Zitronensaft zu einem Brei gekocht wurden und daß nach Abkühlen des Breies die Vitaminträger untergemischt wurden. Der prozentige N-Gehalt der Nahrung war in allen Versuchsperioden fast genau derselbe, ebenso der Kaloriengehalt.

Aus den Mittelwerten für C, Vacat-O und N jeder Periode wurden die Quotienten C/N, Vacat-O : N und Vacat-O : C berechnet.

In der folgenden Übersichtstabelle sind die Mittelwerte für die einzelnen Perioden enthalten. Alle Werte beziehen sich auf 10 Tiere und 1 Tag, nur die Werte für den Trockenkot und Kot-N auf 10 Tiere und 5 Tage.

Übersichts-Tabelle

Periode Nr.	Körpergewicht i. g.	Harn-C mg.	Harn-Vacat-O mg.	Harn-N mg.	C/N.	V.O/N.	N-Bilanz i. g.	Kot-N i. g.	Trockenkotmenge i. g.
I Kartoffelflocken	191,6	715,9	1122,4	501,0	**1,428**	**2,240**	+0,03761	1,5496	33,5350
II 1/3 Kartoffelflocken und 2/3 Gelatine	191,4	622,1	874,4	617,5	**1,007**	**1,416**	+0,03870	1,1245	22,9295
III 1/3 Kartoffelflocken und 2/3 Gelatine	188,6	567,5	893,7	867,7	**0,654**	**1,029**	+0,02556	0,5305	10,6785
IV Gelatine	185,2	550,9	705,9	548,2	**1,004**	**1,287**	+0,05663	0,5896	11,4060

In der Analysen-Tabelle werden aufgeführt:

1. Das Durchschnittsgewicht der Ratten, d. h. Gesamtgewicht dividiert durch die Anzahl der Tiere.
2. Die 24stündige Harnmenge.
3. Der Kohlenstoff-, Vacat-Sauerstoff- und Stickstoffgehalt dieser 24stündigen Harnmenge.
4. Die aus diesen Zahlen errechneten Periodenmittelwerte, wie die aus diesen Periodenmittelwerten errechneten Harnquotienten C : N und Vacat-O : N.

Analysen-Tabelle

Versuchstag Nr.	Körpergewicht in g	Harnmenge ccm	Harn-C mg.	Harn-Vacat-O mg.	Harn-N mg.	C/N.	O/N.	O/C.
			Periode 1. Kartoffelflocken!					
1	190	402	731,6	675,4	462,3	1,582	1,460	0,923
2	191	500	890,0	1265,0	595,0	1,495	2,126	1,421
3	192	270	734,4	756,0	472,5	1,554	1,600	1,029
4	192	608	595,8	1586,9	468,1	1,272	3,390	2,663
5	193	604	628,1	1328,8	507,3	1,238	2,619	2,115
Periodendurchschnittswert:			715,9	1122,4	501,0	1,428	2,240	1,567
			Periode 2. 1/3 Kartoffelflocken und 2/3 Gelatine!					
6	192	468	655,2	964,0	570,9	1,147	1,688	1,471
7	192	390	507,0	705,9	456,3	1,111	1,547	1,392
8	191	400	512,0	804,0	492,0	1,040	1,634	1,570
9	191	472	736,3	981,7	792,9	0,928	1,238	1,333
10	191	470	700,0	916,5	775,5	0,902	1,181	1,309
Periodendurchschnittswert:			622,1	874,4	617,5	1,007	1,416	1,405
			Periode 3. 1/3 Kartoffelflocken und 2/3 Gelatine!					
11	190	480	696,0	868,8	772,8	0,900	1,124	1,248
12	189	420	630,0	1045,8	886,2	0,710	1,180	1,660
13	189	400	496,0	856,0	872,0	0,568	0,981	1,725
14	188	425	505,7	828,7	884,0	0,572	0,937	1,638
15	187	418	509,9	869,4	923,8	0,551	0,941	1,705
Periodendurchschnittswert:			567,5	893,7	867,7	0,654	1,029	1,574
			Periode 4. Gelatine!					
16	186	180	253,8	315,0	306,0	0,829	1,029	1,241
17	186	310	616,9	908,3	610,7	1,010	1,487	1,472
18	185	304	608,0	790,4	611,0	0,995	1,293	1,300
19	185	314	646,8	753,6	606,0	1,067	1,243	1,165
20	184	310	629,3	762,6	607,6	1,035	1,255	1,211
Periodendurchschnittswert:			550,9	705,9	548,2	1,004	1,287	1,281

N-Bilanz-Tabelle

Periode 1. Kartoffelflocken! 90 g Kart. = 1,1871 g N

10 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs	-N: + 5,9355 g N		
10 Tiere an 5 Tagen	Kot	-N: — 1,5496 g N	C/N = 1,428	
10 Tiere an 5 Tagen	Resorbiert.	-N: + 4,3859 g N		
10 Tiere an 5 Tagen	Harn	-N: — 2,5052 g N	O/N = 2,240	
10 Tiere an 5 Tagen	Reteniert.	-N: + 1,8807 g N		
10 Tiere an 1 Tag	Reteniert.	-N: + 0,3761 g N		
1 Tier an 1 Tag	Reteniert.	-N: + 0,03761 g N	Trockenkotmenge = 33,5350 g	

Periode 2. 1/3 **Kartoffelflocken und** 2/3 **Gelatine!** 30 g Kart. = 0,3957 g N; 5,7 g Gelatine = 0,7906 g N; 54 g Stärke = 0,0432 g N

10 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs	-N: + 6,1475 g N		
10 Tiere an 5 Tagen	Kot	-N: — 1,1245 g N	C N = 1.007	
10 Tiere an 5 Tagen	Resorbiert.	-N: + 5,0230 g N		
10 Tiere an 5 Tagen	Harn	-N: — 3,0876 g N	O/N = 1,416	
10 Tiere an 5 Tagen	Reteniert.	-N: + 1,9354 g N		
10 Tiere an 1 Tag	Reteniert.	-N: + 0,3870 g N		
1 Tier an 1 Tag	Reteniert.	-N: + 0,03870 g N	Trockenkotmenge = 22,9295 g	

Periode 3. 1/3 **Kartoffelflocken und** 2/3 **Gelatine!**

10 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs	-N: + 6,1475 g N		
10 Tiere an 5 Tagen	Kot	-N: — 0,5305 g N	C/N = 0,654	
10 Tiere an 5 Tagen	Resorbiert.	-N: + 5,6170 g N		
10 Tiere an 5 Tagen	Harn	-N: — 4,3388 g N	O/N = 1,029	
10 Tiere an 5 Tagen	Reteniert.	-N: + 1,2782 g N		
10 Tiere an 1 Tag	Reteniert.	-N: + 0,2556 g N		
1 Tier an 1 Tag	Reteniert.	-N: + 0,02556 g N	Trockenkotmenge = 10,6785 g	

Periode 4. Gelatine! 8,56 g Gelatine = 1,1873 g N; 56,50 g Stärke = 0,0452 g N

10 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs	-N: + 6,1625 g N		
10 Tiere an 5 Tagen	Kot	-N: — 0,5896 g N	C/N = 1,004	
10 Tiere an 5 Tagen	Resorbiert.	-N: + 5,5729 g N		
10 Tiere an 5 Tagen	Harn	-N: — 2,7413 g N	O/N = 1,287	
10 Tiere an 5 Tagen	Reteniert.	-N: + 2,8316 g N		
10 Tiere an 1 Tag	Reteniert.	-N: + 0,5663 g N		
1 Tier an 1 Tag	Reteniert.	-N: + 0,05663 g N	Trockenkotmenge = 11,4060 g	

Literatur

1. W. Frank,
Der Ablauf des Betriebsstoffwechsels bei der Ernährung mit Gelatine.
Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin.

2. A. Bickel,
Über die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zu seinem Einfluß auf den Betriebsstoffwechsel.
Archiv f. Kinderheilkunde, 107. 1. 1935.

3. A. Bickel,
Experimentelle Untersuchungen über das Zusammenwirken von tierischem und pflanzlichem Nahrungseiweiß im Betriebsstoffwechsel und die dadurch bedingte Beeinflussung des gesamten Stoffwechselablaufs.
Biochem. Zeitschr. Bd. 284. S. 297. 1936.

4. T. Osuka,
Biochem. Zeitschr. **246.** 104. 1932.

5. H. R. Kanitz,
Biochem. Zeitschr. **249.** 234. 1932.
257. 361. 1933.

Lebenslauf

Am 7. Oktober 1910 wurde ich, Hermann Scherer, in Diefflen (Saar) als Sohn der Eheleute Johann Scherer und seiner Ehefrau Anna Scherer geboren. Mit meinem Bruder zusammen besuchte ich das Reformrealgymnasium in Dillingen (Saar), an dem ich Ostern 1930 die Reifeprüfung bestand. Ich studierte nacheinander zwei Semester an der Universität Wien, danach 8 Semester an der Universität Berlin, wo ich Physikum und Staatsexamen bestand. Im 8. Semester besuchte ich die Medizinische Akademie in Düsseldorf. Während des praktischen Jahres war ich 3 1/2 Monate im St. Josefs-Krankenhaus in Berlin-Tempelhof, die übrigen 8 1/2 Monate im Robert Koch-Krankenhaus als Medizinalpraktikant tätig. Meine Bestallung als Arzt erhielt ich am 1. Februar 1937.

Die vorliegende Arbeit fertigte ich in den „Seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie an der Universität Berlin“ unter Leitung von Herrn Professor Dr. Adolf Bickel an. Ich danke Herrn Professor Bickel an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit.